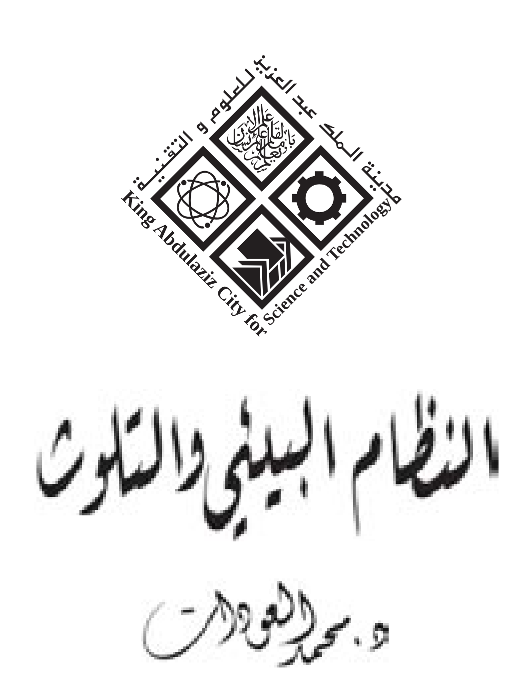
المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر



١٤٢١هـ - ٢٠٠٠م

ح مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ١٤٢١هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

النظام البيئي والتلوث ـ الرياض.

...ص ، ..سم

ردمك :٧-٧٢-٧٢٤-٩٩٦٠

١ـ علم البيئة ٢ـ تلوث البيئة أ ـ العنوان

ديوي ٣٠١,٣١ ٢١/٠٤٣٤

رقم الإيداع: ٢١/٠٤٣٤

ردمك : ٧-٧٢-٧٢٤-٩٩٦٠



مقدمة

أصبحت مشكلات البيئة تلقى اهتماماً أكبر، في دول العالم، منذ زمن ليس ببعيد. وقد برزت هذه المشكلات نتيجة للوتيرة المتزايدة لاستغلال موارد البيئة، التي بلغت ذروتها في النصف الثاني من القرن العشرين، حيث استنفدت بعض المصادر الطبيعية ولوثت الوسط، وأفسدت قدرة الأنظمة البيئية على التجديد التلقائي وأخلت بتوازنها.

لقد أدى تمركز الصناعة في المدن، ومايتبعه من نشاط اقتصادي، وزيادة وسائط النقل، إلى تحول البيئة في العديد من المدن الصناعية ، إلى بيئة ملوثة بالغازات السامة والغبار والضجيج وغيرها، مما انعكس على صحة الإنسان ونشاطه وعلى قدرته على العمل في مثل هذه الظروف. وليس غريباً أن نرى السحابات الكثيفة من الضباب الدخاني، الذي يتشكل من التفاعلات بين الملوثات، تخيم فوق المدن في ساعات الصباح في معظم أيام السنة.

وأدى التعامل، غير الرشيد للإنسان مع البيئة، من تخريب للغطاء النباتي ورعي جائر واحتطاب وغيره، إلى زيادة مستمرة في رقعة الأراضي المتصحرة، وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتسم أنظمتها البيئية بالهشاشة والحساسية. وتشير المعطيات إلى أن التصحر يهدد أكثر من مائة دولة، وتقدر الخسائر الناتجة عنه بحوالي ٤٢ مليار دولار، كما يضر بثلاثة مليارات هكتار من الأراضي في العالم.

وأدت النشاطات البشرية إلى تدهور التربة وزيادة تآكلها. ويشير التقويم العالمي إلى أن أكثر من ١٥٪ من أراضي العالم قد تدهورت بسبب الرعي الجائر وإزالة الغطاء النباتي وسوء الأساليب الزراعية وغيرها. كما انخفضت مساحة الغابات في العالم، بين عامي ١٩٨١ و ١٩٩٠ م، بحوالي ٢٪، إذ يقدر ما يقطع من الغابات سنوياً، في دول العالم النامي، بحوالي ١٧ مليون هكتار. وكانت النتائج البيئية لإزالة الغابات، على هذا النطاق، عظيمة الأثر، إذ أدّت إلى انجراف التربة وفقد خصوبتها ونقص تغذية المياه الجوفية وازدياد الفيضانات.

يشهد العالم زيادة كبيرة في عدد الأنواع الحيوانية والنباتية المهددة بالإنقراض، وتشير التقارير إلى أن الإنسان سيدفع، خلال العقود الثلاثة القادمة، إلى هلاك

وانقراض أنواع من الحيوانات بمعدلات تزيد كثيراً عن المعدّلات التي كانت سائدة في عصور ما قبل التاريخ. وهذا يعني خسارة بيئية كبيرة. ذلك أن الكائنات الحية تلعب دوراً هاماً في حفظ توازن الأنظمة البيئية، كما أن مواردها الوراثية تبشر بأنها ستلعب دوراً متزايداً في التنمية، وتقدّم مساهمات قيّمة للزراعة والطب والصناعة، وتوفر أغذية جديدة ومحسنة وعقاقير وأدوية ومواد أولية للصناعة، إضافة إلى توفير الوقود.

وهناك اتجاهات بيئية تهدد بإحداث تغيير جذري على كوكبنا، فإضافة إلى التصحر وتدمير الغابات، تقتل الأمطار الحمضية النباتات وتدمر التراث الفني والمعماري وتؤدي إلى تحمض العديد من البحيرات وأجزاء هائلة من التربة بشكل يصعب إصلاحه.

وتؤدي الكثير من اتجاهات التنمية الحالية إلى تلوث الهواء والماء والتربة، وافقار التنوع الحيوي، والتصحر وتدهور الغابات. ويتطلب تجنب مشكلات البيئة هذه مساراً جديداً للتنمية، هو التنمية المستدامة التي تلبي حاجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية حاجاتها. وتتطلب التنمية المستدامة مدخلاً جديداً يجمع بين الإنتاج وحماية الموارد البيئية وتعزيزها. ومثل هذا التوجه مطلوب في بلادنا أكثر منه في البلدان الأخرى، نظراً لأن تتابع الحضارات العريقة في منطقتنا عرّض الموارد البيئية إلى استغلال مفرط، نتج عنه تدهور الجزء الأعظم من الغابات والمراعي الطبيعية وانقراض كثير من الأنواع الحيوانية، وانخفاض كبير في أعدادها.

الفصل الأول: النظام البيئي وتوازنه

تعني البيئة العناصر الطبيعية الحية وغير الحية كافة، الموجودة على سطح الأرض وفوقه وتحته. فالهواء ومكوناته المختلفة، والطاقة ومصادرها، والأنهار والبحيرات والمحيطات، والتربة ومايعيش عليها من إنسان وحيوان ونبات، كل هذه العناصر مجتمعة هي مكونات البيئة. ولعلنا لو تمعنّا قليلاً في هذه المكونات للاحظنا مدى اعتمادها على بعضها البعض، ولأدركنا أنه ليس هناك كائن حي إلا ويؤثر في البيئة ويتأثر بها. فالإنسان يستمد غذاءه من النباتات والحيوانات، كما يعتمد عليها، كلياً أو جزئياً، في كسائه ومسكنه. والحيوان يتغذى على النبات أو على نوع آخر من الحيوان، وهذا الأخير يستمد غذاءه، في الأصل، من النبات وهكذا. ويعتمد كل من الإنسان والحيوان والنبات على الأكسجين الذي هو الأساس في عملية التمثيل الغذائي، والإمداد بالطاقة اللازمة للحياة، ويعتمد أيضاً على الماء والتربة، وهكذا.

ولو أردنا أن نتفهم مكونات البيئة المختلفة من عناصر حية وغير حية، لوجب أن نتصور العلاقات التي تربط هذه العناصر مع بعضها البعض. فالمناخ ومكوناته من أمطار ودرجات حرارة وسرعة رياح ورطوبة وأشعة الشمس، كلها عناصر أساسية تؤثر في نمو وتكاثر النباتات والحيوانات ووجودها. كما تؤثر النباتات في المناخ من خلال تأثيرها في سرعة الرياح ودرجات الحرارة ورطوبة الهواء ومكونات الهواء الغازية مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وغيرها. ويعتمد الحيوان في غذائه، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، على النباتات. وبطبيعة الحال، يتأثر النبات نتيجة لهذا. ويعتمد النبات على التربة كمصدر للماء والأملاح المعدنية، في حين أنه يثبّت التربة ويحميها من عوامل الانجراف، ويضيف إليها مواد مختلفة، عند سقوط بذوره وأوراقه وتفككها بواسطة البكتيريا، وبذلك يؤثر في مكونات وخواص التربة الفيزيائية والكيميائية. كما يؤثر نوع التربة في وجود ونمو وتوزع النباتات والحيوانات، إضافة إلى أن مخلفات الحيوانات وجثثها تؤثر، بعد تفككها، في مكونات وخواص التربة. والإنسان بدوره يؤثر ويتأثر بكل من الحيوانات والنباتات والمناخ والتربة. وهكذا يمكننا أن نخلص مما سبق، إلى أن البيئة هي وحدة متكاملة وأن مكوناتها المختلفة من عناصر حية وغير حية ترتبط ببعضها البعض ارتباطاً وثيقاً.

المحيط الحيوي:

يتركز وجود الكائنات الحية المختلفة في طبقة رقيقة من الكرة الأرضية تسمى المحيط الحيوي، وهو المجال الذي يحدث فيه نشاط مركز للكائنات الحية، وتمتد حدوده من ٣٠ إلى ٥٠ متراً فوق سطح التربة وإلى ١٠ ـ ١٢ متراً في باطن التربة، كما يشمل كامل عمق البحيرات، وإلى عمق يفوق ٤٠٠ متر في البحار والمحيطات. وهكذا فالمحيط الحيوي هو الجزء من سطح الأرض الصالح للحياة، وهو ليس غلافاً مستقلاً، وإنما يتداخل مع الأغلفة الأخرى، اليابسة والماء والغلاف الجوي المتاخم لسطح الأرض. والمحيط الحيوي بأجزائه الهوائية والمائية والتربة هو الذي يعاني من التدهور والتلوث في الوقت الحالي.

والمحيط الحيوي ليس متجانساً ويمكن تقسيمه إلى غابات وصحارى وبحيرات وبحار وسهول وغيرها. أي يتكون المحيط الحيوي من مناطق كبيرة وأخرى صغيرة، ويعرف كل من هذه المناطق بالنظام البيئي، أي أن المحيط الحيوي يتألف من مجموع النظم البيئية الموجودة على سطح الأرض.

النظام البيئي:

النظام البيئي هو أية مساحة من الطبيعة وماتحويه من كائنات حية، نباتية وحيوانية، ومواد غير حية. وتكون الكائنات الحية والمواد غير الحية، في أي نظام بيئي، في تفاعل مستمر مع بعضها البعض. وكافة العلاقات المتبادلة بين مكونات النظام البيئي مبنية على تبادل المواد والطاقة فيما بينها.

مكونات النظام البيئي:

يتكون أي نظام بيئي من المكونات التالية :

١ـ مكونات غير حية :

وتتمثل في المركبات والعناصر غير الحية العضوية وغير العضوية الموجودة في البيئة، مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين والماء، والعوامل الطبيعية كالرياح ومكونات التربة، والرطوبة، أي البيئة الطبيعية التي يمارس فيها الكائن الحي نشاطه.

٢ـ مكونات حية وتشمل:

أ ـ كائنات منتجة. وهي النباتات الخضراء التي تستطيع بناء غذائها بنفسها (ذاتية التغذية) من مواد غير عضوية بسيطة، مستغلة الطاقة الضوئية التي تأتيها من الشمس ومحولة إياها إلى طاقة كيميائية. ونظراً لأن النباتات الخضراء هي الكائنات الحية الوحيدة القادرة على بناء المواد العضوية من مواد غير عضوية، لذا فإنها تمثل صلة الوصل بين المكونات غير الحية والمكونات الحية للنظام البيئي.

ب ـ كائنات مستهلكة. وهي كائنات حية لاتستطيع تكوين غذائها بنفسها (غير ذاتية التغذية) وتشمل الكائنات الحية التي تتغذى مباشرة على النباتات (الحيوانات العاشبة) كالحشرات التي تتغذى على النباتات والأرانب والأبقار وغيرها، وكذلك الحيوانات اللاحمة ، التي تقتات على الحيوانات العاشبة. فالكائنات المستهلكة تعتمد في غذائها على ماصنعه النبات، وتحوله، في أجسامها، إلى مواد مختلفة تستخدم في بناء أنسجتها وأجسامها، وفي تكاثرها.

ج ـ كائنات مفككة. وهي كائنات حية غير ذاتية التغذية تعتمد في غذائها على تفكيك جثث وبقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية، وتحويلها إلى مركبات بسيطة تستفيد منها النباتات في تغذيتها، ومن أمثلتها البكتيريا والفطريات وغيرها، وهي تمثل صلة الوصل بين المكونات الحية والمكونات غير الحية للنظام البيئي. وللكائنات المفككة أهمية أساسية وبالغة في كل نظام بيئي، إذ بتفكيكها للمواد العضوية وتحويلها إلى مواد بسيطة تستفيد منها النباتات. وبذلك تمكّن من إعادة استعمال المواد الغذائية بشكل مستمر مما يؤمن انغلاق دورة النظام البيئي واستقراره.

البحيرة كنظام بيئي:

البحيرة نظام بيئي، يتجلى فيه بوضوح الارتباط بين الكائنات الحية والمواد غير الحية، وتتضح من خلاله أساليب تبادل المواد بينهما. ومن أهم مكونات هذا النظام البيئي :

أ ـ المكونات غير الحية:

هي المكونات الأساسية وتشمل الماء والأكسجين وثاني أكسيد الكربون والأملاح المعدنية الذائبة إضافة إلى المواد العضوية.

ب ـ الكائنات المنتجة:

وتشمل الطحالب والطافيات النباتية ، إضافة إلى بعض النباتات العليا الطافية أو المغمورة، التي توجد في الأعماق أو الأماكن الضحلة من البحيرة. وتقوم الكائنات المنتجة من خلال عملية البناء الضوئي، بصنع المواد الغذائية. ونظراً لأن الضوء، وهو مصدر الطاقة، يمتص في طبقة الماء السطحية ولا يخترق لأعماق كبيرة، فإن الطحالب والطافيات النباتية تستقر في الطبقة السطحية من البحيرة.

ج ـ الكائنات المستهلكة:

تشمل الكائنات المستهلكة الأولية كالطافيات الحيوانية، إضافة إلى القشريات والأسماك الصغيرة والكبيرة وغيرها.

د ـ الكائنات المفككة:

تشمل البكتريا والفطريات، وتوجد داخل ماء البحيرة، إلا أنها تكثر في تربة القاع حيث تتراكم جثث الحيوانات وبقايا النباتات، وتقوم هذه الكائنات بتفكيك بقايا الكائنات الحية.

المستويات الغذائية

يقال عن كافة الكائنات الحية التي تقتسم نفس المصدر العام للتغذية بأنها تنتمي إلى مستوى غذائي واحد، أي أن هذه الكائنات تحصل على الطعام من خلال العدد نفسه من الخطوات في السلسلة الغذائية. وتقسم الكائنات الحية، في النظام البيئي، إلى عدة مجاميع تبعاً للطريقة التي تحصل بها على غذائها، ويسمى كل من هذه المجاميع مستوى غذائياً. والمستويات الغذائية في النظام البيئي هي:

١ ـ المنتجات

تشمل النباتات الخضراء التي تقوم بعملية البناء الضوئي محولة الطاقة الضوئية

إلى طاقة كيميائية في صورة كربوهيدرات ودهون وبروتينات وغيرها. وتعرف النباتات الخضراء بأنها ذاتية التغذية لأنها تغذي نفسها ببناء المواد العضوية من المواد غير العضوية.

٢ـ الكائنات المستهلكة الأولية

هي الحيوانات التي تتغذى مباشرة بالأعشاب (الحيوانات العاشبة). وأغلبها، في البيئة الأرضية، من الحشرات والقوارض وبعض الثدييات. أما في البيئة المائية فمعظمها من الطافيات الحيوانية والقشريات والأسماك الصغيرة.

٣ ـ الكائنات المستهلكة الثانوية

تضم الحيوانات التي تتغذى مباشرة على الحيوانات العاشبة كالذئاب والثعالب والأسود وغيرها (الحيوانات اللاحمة).

٤ ـ الكائنات المستهلكة العليا (اللواحم العليا)

وهي الحيوانات التي تتغذى على غيرها من الحيوانات المستهلكة الثانوية، مثل بعض الطيور الكواسر التي تتغذى بالأفاعي، والطيور التي تعيش على جثث الحيوانات اللاحمة وغيرها.

أما الكائنات المفككة فهي تتغذى على المواد العضوية الميتة، فتستهلك النباتات والحيوانات من المستويات الغذائية كافة، أي تفكك الأجسام النباتية والحيوانية وتحولها إلى مواد بسيطة.

ويمكن للنوع الواحد أن يشغل أكثر من مستوى غذائي واحد، فالإنسان مثلاً يأكل الحبوب والخضار والفاكهة واللحوم في آن واحد كما يأكل الأسماك الكبيرة، ويشغل بذلك أكثر من مستوى غذائي في آن واحد، وكذلك الدب الذي يتغذى على الجذور والثمار، والسناجب والأسماك وغيرها. وتسمى الكائنات التي تشغل أكثر من مستوى غذائي بالقوارت أو المشتركات.

تكامل مكونات النظام البيئي:

إن من أهم أسباب مشكلات البيئة أن الإنسان لم يدرك طابع التكامل بين مكونات النظام البيئي. ومرد ذلك إلى الاتجاهات الثقافية التي سادت والتي تعتقد أن الإنسان بإمكانه، عن طريق العلم، أن يهيمن على الكون وأن يشكله وفقاً لغاياته، وأن الطبيعة مراح مستباح للإنسان دون ضوابط. وبالرغم من أن تقدم العلم والصناعة، قد حسن بعض أوجه الحياة البشرية، إلا أن التقانة واجهت صعوبة متزايدة من النتائج غير المتوقعة. فاستعمال المبيدات الحشرية زاد من غلة المحاصيل الزراعية، ولكنه لوث موارد المياه، وقضى على أعداد كبيرة من الحشرات النافعة والطيور. كما أحدث ابتكار السيارات والطائرات ثورة في نطاق السفر والرحلات، ولكنه أفسد ولوّث الغلاف الجوي.

إن النظرة السطحية، التي تعتبر مكونات البيئة وحدات منعزلة غير مترابطة ترابطاً حقيقياً، هي التي حالت دون رؤية التفاعلات العميقة المتكاملة والدائمة بين الغلاف المائي والجوي واليابسة والنبات والحيوان والإنسان، وجعلتنا لاندرك وحدة المحيط الحيوي.

تكامل مكونات البيئة كما توضحها سلاسل وشبكات الغذاء:

أ ـ سلسلة الغذاء

توجد الكائنات الحية في تفاعل مع بعضها البعض، حيث يرتبط كل منها بالآخر بصورة مباشرة أو غير مباشرة من جهة، وبالمواد غير الحية والعوامل البيئية من جهة أخرى، بحيث تكوّن مجتمعة أساس النظام البيئي في شكله المتوازن والمستقر. فالنباتات الخضراء (كما ذكر سابقاً) تقوم، بواسطة عملية البناء الضوئي، بصنع مواد الغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة الضوئية، وبذلك تدخل هذه المواد الأولية غير الحية في السلسلة الغذائية، وتتغذى الحيوانات العاشبة على النباتات، وتصبح الحيوانات العاشبة بدورها غذاء للحيوانات المفترسة، أي تكوّن الكائنات الحية فيما بينها سلسلة غذائية. وتعني السلسلة الغذائية ببساطة تحويل طاقة الطعام المستمدة من مصدر ما، عن طريق سلسلة من الأنواع، يأكل فيها كل نوع ما يسبقه في

السلسلة. وتبدأ السلسلة الغذائية دائماً بالنباتات الخضراء، ذلك أن النباتات الخضراء هي الكائنات الحية الوحيدة التي تستطيع بناء المواد العضوية من المواد غير العضوية، مستمدة الطاقة اللازمة لذلك من الضوء. وبذلك نجد أن النباتات الخضراء هي التي تقوم بتجهيز الطاقة والمواد اللازمة لتتغذى بها جميع الكائنات الحية، وعليه فلا بد من وجود النباتات الخضراء في أي نظام بيئي. وبعد موت الكائنات الحية، النباتية والحيوانية، تصبح أجسامها طعاماً للكائنات المفككة، التي تقوم بتفكيكها وتحويلها إلى مواد بسيطة تستغلها النباتات في بناء المواد العضوية من جديد. وهكذا فإن الكائنات المفككة تلعب دوراً هاماً في النظام البيئي. ذلك أنها لاتحول دون تراكم الجثث الحيوانية والبقايا النباتية فحسب، بل تعمل، أيضاً، على تفكيك المواد العضوية وتسمح بإعادة استعمالها بشكل مستمر ضامنة بذلك بقاء واستمرار عمل النظام البيئي، وانغلاق حلقته.

ب ـ الشبكة الغذائية

تعتبر السلاسل الغذائية أسلوباً للتعبير عن العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية. ونظراً لأن الكائنات المستهلكة نادراً ما تتخصص بنوع واحد من الغذاء، فإنها تشترك في أكثر من سلسلة غذائية، وعندها تتداخل السلاسل الغذائية مع بعضها البعض، وتأخذ العلاقات الغذائية، بين الكاثنات الحية، صورة شبكة غذائية، وبهذا يكون أمام الكائنات المستهلكة الكثير من فرص الاختيار، مما يعطي للشبكة الغذائية توازنها. فالثعلب مثلاً، وهو حيوان لاحم، يتغذى على الجرذان، فإذا انخفض عددها فإنه يتحول للتغذي على الطيور، وهذا يخفف الضغط على الجرذان فتزداد أعدادها، فتعود الثعالب إلى افتراسها مرة ثانية، مما يخفف الضغط على الطيور. وفي هذا تنظيم طبيعي يحفظ للشبكة الغذائية، وبالتالي للنظام البيئي، التوازن والاستقرار.

تعقيد النظام البيئي هو السبيل إلى استقراره:

يتميز النظام البيئي ـ كما رأينا سابقاًـ بوجود سلاسل غذائية بين مكوناته المختلفة. وهذه السلاسل هي التي تؤمن استمرار النظام البيئي وتوازنه. وهكذا فالنظام البيئي ليس مجرد كائنات حية تعيش بجانب بعضها البعض، وإنما هو مركب

شديد التعقيد لما يحتويه من كائنات حية متنوعة. وتتشابك العلاقات المتبادلة بين كل هذه الكائنات من جهة وبينها وبين العوامل البيئية غير الحية من جهة أخرى. والحقيقة أن كل وظيفة بيئية، في النظام البيئي، يناسبها نوع معين من الكائنات الحية متخصص في هذه الوظيفة، بحيث أن عمل النظام البيئي يرتبط بوجود كافة أنواع الكائنات الحية المكونة له ومايوجد بينها من علاقات متبادلة.

يتوقف توازن النظام البيئي واستقراره على مدى تعقده، فكلما ازداد تعقد النظام البيئي كلما ازداد ثباتاً واستقراراً. فالحيوانات المفترسة التي تعتمد في غذائها على نوع واحد من الفرائس، غالباً ما تكون عرضة للخطر إذا نقصت أعداد الفريسة. فلو اعتمد الثعلب، في مثالنا السابق، في غذائه على الفئران فقط فإنه إما أن يترك المنطقة التي يعيش فيها، أو يرغم على الموت إذا أصيبت الفئران بمرض أو هاجرت أو انخفضت أعدادها أو ماتت. أما إذا اعتمد في غذائه على عدد من الأنواع كالفئران والطيور والأرانب وغيرها، فإنه سيتحول إلى التغذي بها حال انخفاض أعداد الفئران، وبالتالي، تكون أمامه كثير من فرص الاختيار، وعندها يكون النظام البيئي أكثر ثباتاً واستقراراً. وبهذا، فإن أحد العوامل الأساسية في سلامة واستقرار النظام البيئي هو تعقيده، وأي عمل يقوم به الإنسان من خفض لأعداد الحيوانات والنباتات أو انقراضها، ومن تلوث للماء والهواء والتربة، وتدمير للغابات والمراعي الطبيعية، يؤدي إلى تبسيط النظام البيئي ويجعله أكثر عرضة للاختلال والاضمحلال. ولابد، من أجل المحافظة على النظم البيئية، من معرفة عمل هذه النظم وإدراك التعقيد الكبير الموجود فيها، ومعرفة أن تبسيط النظم البيئية باستبدال نظام بيئي معقد كالغابة بنظام بيئي بسيط، كزراعة نوع من الأشجار الاقتصادية، لتلبية حاجاتنا الاقتصادية الوقتية، يعتبر مخاطرة كبيرة، إذ أن هذا النوع أكثر تعرضاً للأمراض والتغيرات المناخية المختلفة، التي قد تؤدي إلى هلاكه، وبالتالي إلى تهدم النظام البيئي. ومن هنا يجب النظر إلى تدمير الغابات وإلى زراعة الفيضات ومجاري السيول في الأودية ومناطق تجمع المياه في المناطق الجافة، وإلى التلوث الذي يؤثر في أحد مكونات النظام البيئي أو في مكوناته كافة. وفي هذه الحالات كافة يفقد النظام البيئي توازنه ويصبح أكثر عرضة للتدهور والانهيار، وهذا يستدعي، عند استغلال النظم البيئية، الإبقاء على

التنوع الكبير للكائنات الحية فيها، وكذلك المحافظة على تنوع النظم البيئية نفسها.

الإخلال بتوازن النظام البيئي:

يقُدر عدد الضفادع التي يمكن أن تنتج من ذكر وأنثى، بعد خمسة أجيال، لو أتيحت لهما ولذريتهما كافة الظروف الملائمة، بنحو مليوني ضفدعة. غير أن هذا لايتحقق في الواقع لأن هناك عوامل بيئية طبيعية وحيوية تحد من زيادة النسل إلى هذه الدرجة الأسية أو حتى إلى درجة قريبة منها. فقدرة البيئة على إمداد الكائنات الحية بمتطلباتها تصبح، في بعض الأحيان، محدودة، وكثيراً مايحدث أن يغدو الغذاء أو الماء أو العناصر المعدنية غير متوفرة بصورة مواتية لأي زيادة في عدد أفراد نوع معين من الكائنات. وتجدر الإشارة إلى أن الحد من زيادة عدد أفراد أحد الأنواع لايكون مرده التحديد المطلق لمصادر الغذاء فقط، بل يعود أيضاً إلى منافسة كائنات أخرى على هذه المصادر. والتوازن الذي تحدثه عوامل البيئة يعرف بالتوازن الطبيعي. وتقوم الكائنات الحية اللاحمة والمتطفلات بدور فعّال في حفظ التوازن في النظام البيئي. فعندما يزداد عدد أفراد نوع ما، فإن هناك أنواعاً كثيرة من الكائنات الأخرى تكون على أهبة الاستعداد لالتهام أفراد هذا النوع واستعمالها كغذاء لها، وبهذا تقوم بحفظ توازن النظام البيئي بطريقة حيوية، وهذا مايعرف بالتوازن الحيوي. وهكذا يتوقف عدد أفراد نوع ما من الكائنات الحية، في النظام البيئي، على سرعة تكاثره من جهة، وعلى مدى مقاومة البيئة الطبيعية والحيوية من جهة أخرى.

إن التفاعلات بين مكونات النظام البيئي عملية مستمرة، تؤدي في نهاية المطاف إلى احتفاظ الأنظمة البيئية بتوازنها، مالم يطرأ عليها تغير طبيعي أو حيوي، يؤدي إلى الإخلال بهذا التوازن، وإذا اختل توازن نظام بيئي فإن الوصول إلى توازن جديد يستلزم فترة زمنية تطول أو تقصر تبعاً للتأثير الذي أحدثه الاختلال. وقد ينشأ اختلال التوازن في النظام البيئي نتيجة لتغير الظروف الطبيعية كدرجات الحرارة والأمطار أو التربة، وقد ينشأ نتيجة لتغير بعض الظروف الحيوية المبنية على علاقات الكائنات الحية التي تعيش في البيئة، كإدخال كائن حي جديد إلى البيئة أو انقراض كائن يعيش في النظام البيئي. كذلك، قد ينشأ اختلال توازن النظام البيئي نتيجة

لتدخل الإنسان المباشر في تغيير ظروف البيئة، ولعل أهم مسببات اختلال التوازن البيئي هي:

١ ـ تغير الظروف الطبيعية:

عندما تصاب مناطق معينة بالجفاف مثلاً، كما حدث في جنوب الصحراء الكبرى، يختل استقرارها بسبب الدمار الذي يحيق بالغطاء النباتي. ويتبع ذلك انجراف للتربة وموت كثير من الكائنات الحيوانية، وهجرة ملايين من الناس، مما يؤدي إلى تفاقم المشكلات وتدهور الهيكل الأساسي للبيئة وربما تفشي الأمراض فيها.

٢ ـ إدخال كائن حي إلى بيئة جديدة:

يؤدي إدخال كائن حي جديد إلى بيئة تتوفر فيها ظروف صالحة لحياته ويقل فيها أعداؤه، إلى اختلال التوازن في هذه البيئة.

ويكفي أن نتذكر غزو الأرانب لاستراليا، التي تكاثرت بصورة كبيرة بسبب توفر الظروف المناسبة لحياتها وتكاثرها، وعدم وجود أعداء طبيعية لها، وكانت النتيجة أن تحولت ملايين الهكتارات من المراعي الخصبة إلى صحارى عارية وأراضٍ متآكلة.

كذلك أحضر أحد سكان جزيرة هاواي عدة أزواج من الأرانب، فلما وجدت غذاءً كافياً ومناخاً ملائماً وقلة في الأعداء التي تفتك بها وبصغارها، توالدت بكثرة وتحول بعضها إلى أرانب برية، تكاثرت بسرعة وانتشرت وأخذت تتلف النباتات بسرعة تفوق كثيراً نمو نباتات جديدة، وكانت نتيجة ذلك في النهاية، اختلال التوازن البيئي، حيث لم تعد الأرانب نفسها تجد الغذاء الكافي، بعد أن دمرت الغطاء النباتي، فهلكت جوعاً وهلك معها عدد من الكائنات الحية، بعد أن أخلّت جوهرياً بتوازن النظام البيئي.

أما كارثة نبات الصبار التي حلت باستراليا، فمازالت ماثلة في الأذهان، حيث نقلت إلى هناك، عام ١٨٣٩، نبتة واحدة وصارت تغطي، بعد ٨٠ عاماً، مساحة ٢٤ مليون هكتار، وتحولت هذه المساحات إلى أدغال كثيفة من الصبارة، وتقلصت مساحة خيرة المراعي تحت ضغط انتشار الصبارة، بمعدل وصل في بعض السنوات، إلى ٤ ملايين هكتار. ولم تفلح في القضاء على الصبارة لا النار ولا القلع ولا السموم، إلا

عدوها الطبيعي وهو فراشة صغيرة نقلت إلى استراليا من موطنها الأصلي في الأورغواي.

ويمكن القول، كقاعدة عامة، أن اقتحام الحيوان أو النباتات أو الحشرات نظام يحدث تغيراً في التوازن البيئي القائم بين مكوناته. فالقطة التي جيء بها إلى بعض جزر المحيط الهادي بهدف الحد من أعداد الفئران والجرذان، قضت على جماعات الطيور كافة، التي تتميز بعدم قدرتها على الطيران. وتسبب الثعلب الذي جيء به إلى استراليا للقضاء على الأرانب، في هلاك عدد من أنواع الحيوانات الجرابية.

وكثير من الآفات الزراعية في بعض البلاد هي آفات غير متوطنة نقلها الإنسان، دون قصد، من موطنها الأصلي، وبسبب انحسار عوامل المقاومة البيئية أو وجود ظروف أكثر ملاءمة في النظام البيئي الجديد، أو بسبب غياب الأعداء الطبيعية، تكاثرت هذه الآفات حتى وصلت إلى المستوى الضار اقتصادياً.

وهكذا فإن كل شيء في النظام البيئي مرتبط ببعضه البعض. والله ـ جلت قدرته ـ قد خلق الطبيعة وفق قوانين خاصة وصارمة ومعقدة، وينبغي معرفة هذه القوانين ليتسنى لنا الاستفادة منها بشكل صحيح.

٣ ـ القضاء على بعض أحياء البيئة:

يسبب القضاء على بعض الأنواع المكونة للنظام البيئي أو خفض أعدادها اختلالاً في توازنه. فقد يكون لهذه الأنواع دور رئيسي في بعض التفاعلات التي تتناول الأجسام غير الحية (مثل بعض أنواع البكتيريا والفطريات التي تفكك الجثث وبقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية وتحولها إلى مركبات بسيطة تستفيد منها النباتات في تغذيتها)، وقد تكون من الحيوانات المفترسة التي تلعب دوراً في الزيادة المفرطة في أعداد الحيونات العاشبة. وبالتالي فإن انقراض أو انخفاض أعداد هذه الأنواع قد يعرّض النظام البيئي إلى الاختلال. فقد اشتكى فلاحو إحدى الولايات الأمريكية من فتك الصقور والبوم بصغار الدواجن، فاستجابت الحكومة وشجعت صيد الصقور والبوم نظير مكافأة مالية، فأحدث ذلك خللاً في توازن النظام البيئي، إذ انتشرت الفئران بشكل وبائي بسبب غياب البوم والصقور التي هي العدو الطبيعي للفئران،

حيث تتغذى عليها. وتبع ذلك فتك الفئران بالمحاصيل الزراعية والنباتات الطبيعية وأدت إلى خسائر جسيمة، مما حدا بالحكومة إلى إعادة تحريم صيد البوم والصقور، حفاظاً على توازن النظام البيئي. ومما يجدر ذكره أن البومة الواحدة تقضي على عدد كبير من الفئران يزيد عن ٣٠٠ فأر في العام، وتوفر بذلك أكثر من ٥٠٠ كغ من البذور سنوياً، ويحتاج كل ذكر وأنثى من البوم الأمريكي المنقط إلى مساحة لاتقل عن ٤كم٢ من أجل اصطياد الفئران والثدييات الصغيرة الأخرى، كما تحول الطيور اللاحمة، التي تتغذى بجثث الحيوانات الميتة دون انتشار الأمراض.

ربما كان من الصعب معرفة دور كثير من الحيوانات في النظام البيئي، كالحيوانات المفترسة مثلاً، فقد ورث الإنسان المعاصر عن أسلافه القدامى، غير المسلحين والضعفاء، اتخاذ مواقف العداء من الحيوانات المفترسة، ولكن الحقيقة أن الحيوانات المفترسة تلعب دوراً هاماً في توازن النظام البيئي. فالذئب، مثلاً، يفترس الحيوانات البرية ذات النفع الاقتصادي كالأرانب والحيوانات ذات الفراء، خاصة في غابات المناطق المعتدلة، مما حدا ببعض الدول القيام بمحاولة القضاء عليه. إلا أنه تبين بعد ذلك، أنّ الأمراض السارية قد انتشرت بوتيرة عالية بين الحيوانات ومات الكثير منها. ودلت الدراسات أن انخفاض أعداد الذئاب كان المسؤول عن انتشار الأمراض بين الحيوانات التي تفترسها الذئاب، ذلك أن الذئب، لايستطيع، في الغالب، اللحاق بالطريدة صحيحة الجسم، أما المريضة والضعيفة فهي فريسة سهلة له، وبقضائه على الحيوانات المريضة كان يقضي، وبشكل غير مباشر، على بؤرة المرض ويعوق انتشاره. وبصورة عامة تقوم الحيوانات المفترسة، إضافة إلى دور الرقيب على أعداد الحيوانات العاشبة، بالقضاء على الحيوانات التي يسهل اصطيادها، أي المريضة والضعيفة، وبذلك تعتبر الحيوانات المفترسة أداة خلقها الله، جلت قدرته، لتحقيق الانتقاء الطبيعي في عالم الحيوانات، وبهذا تحافظ على توازن النظام البيئي.

٤ ـ تدخل الإنسان:

يؤدي التدخل غير الرشيد للإنسان في البيئة إلى إخلال توازنها، فالرعي الجائر وتجفيف المستنقعات واقتلاع أشجار الغابات وردم البرك وتحويل مجاري الأودية

والأنهار، كل ذلك يؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي الذي يستمر تأثيره إلى أن تستعيد البيئة توازنها مرة أخرى في ضوء الظروف الجديدة. ومن أمثلة اختلال التوازن البيئي بسبب تدخل الإنسان، ماحدث للغطاء النباتي في المراعي، وخاصة في الأقطار العربية. فالغطاء النباتي الحالي، في المراعي، لايمثل الغطاء النباتي المتوازن مع ظروف البيئة، وإنما هو تراجع للغطاء النباتي الطبيعي. وقد تراجع الغطاء النباتي الطبيعي تحت تأثير تدخل الإنسان، كالرعي الجائر والاحتطاب والفلاحة التي شملت أفضل المراعي الطبيعية، مما أدى إلى زحف الصحراء في كثير من المناطق، وزيادة مساحة الأراضي القاحلة وغير المنتجة على حساب المراعي الخصبة. كما اسْتُبدل بالأنواع النباتية الرعوية أنواع أخرى إما مشوكة أو سامة، وتدهور الغطاء النباتي في أمكنة أخرى كلياً مما أدى إلى تدهور التربة وانجرافها بالماء والرياح.

تأثير الإنسان في الدورات البيوجيوكيميائية:

توجد، كما ذكر سابقاً، الكائنات الحية في أي نظام بيئي في تفاعل مستمر مع بعضها البعض ومع المكونات غير الحية للنظام من ماء وهواء وتربة. فالمواد التي تصنعها النباتات مثلاً مصدرها مواد بسيطة تمتصها من التربة والهواء. وعندما تتغذى الحيوانات بالنباتات، تنتقل هذه المواد إلى الحيوانات حيث تبني بها أجسامها. وبعد موت الحيوانات تتفكك جثثها بفعل البكتيريا والفطريات وتعود المواد والعناصر إلى التربة والهواء مرة أخرى. وهكذا، يلاحظ أن المواد التي تتكون منها الكائنات الحية هي في تحول مستمر بين هذه الكائنات والمكونات غير الحية للنظام البيئي. وهذا التغير والتحول المستمر هو مايعرف بالدورات البيوجيوكيميائية، مثل دورة الكربون والماء والنيتروجين والفسفور وغيرها.

كان يُعتقد أن أنشطة الإنسان ذات تأثير قليل على دورة العناصر في الطبيعة. وبدا هذا الأمر صحيحاً حتى وقت قريب. أما الآن فالأمر يختلف كلياً، إذ اتضح أن أنشطة الإنسان المتزايدة تقود إلى تأثيرات متعاظمة على دورة العناصر على المستويين المحلي والعالمي. فعلى المستوى المحلي يعمل الإنسان، بقطعه للغابات وتدميرها، على خفض معدل دوران الكربون والنيتروجين، كما أنه بزراعته

للمحاصيل البقولية بالتناوب مع محاصيل كالقطن والقمح يعمل على الاحتفاظ بمستويات عالية للنيتروجين في التربة.

أما تأثيرات الإنسان على دورات العناصر في الطبيعة على المستوى العالمي، فإنها تحدث بشكل يفوق التصور وبكيفيات غير متوقعة. ومن أمثلة ذلك تأثير الإنسان في دورة الكربون. فغاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي والذائب في الماء يشكل المستودع غير العضوي الرئيسي للكربون. يتثبت ثاني أكسيد الكربون، الموجود في الهواء أو الذائب في الماء، في أجسام النباتات الخضراء وذلك من خلال عملية البناء الضوئي، ثم ينتقل الكربون إلى الحيوانات العاشبة ثم اللاحمة خلال السلاسل الغذائية. كما يوجد قدر من الكربون مختزناً في باطن الأرض (فحم ـ بترول ـ غاز طبيعي) وفي بعض المواد العضوية على سطح الأرض (الدبال). وبالمقابل يتحرر ثاني أكسيد الكربون نتيجة لتنفس الكائنات الحية كافة، كما يتحرر أيضاً من تفكك المواد العضوية والجثث بوساطة البكتيريا والفطريات ، إضافة إلى الحرائق الطبيعية للغابات وغيرها. وبالتالي كان هناك توازن بين مايثبت من الكربون وبين مايتحرر في الجو على صورة ثاني أكسيد الكربون، أي لم تكن، حتى بداية الثورة العلمية الصناعية، كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجو أو الذائبة في الماء، تتأثر بالنشاطات البشرية. وبدأت الصورة تتغير منذ بداية القرن العشرين، وأخذت نسبة ثاني أكسيد الكربون تزداد في الغلاف الجوي بمعدل ٠,٥٪ سنوياً بسبب الإنبعاثات الناشئة عن الأنشطة البشرية، والتي تقدر بنحو ٥٧٠٠ مليون طن من الكربون بسبب حرق الوقود الاحفوري (الفحم والنفط)، بالإضافة إلى مقدار يتراوح بين ٦٠٠ و ٢٥٠٠ مليون طن من الكربون بسبب إزالة الغابات. ويبقى، من مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مابين ٤٠ و ٦٠٪ على الأقل في الأجل القصير. ولذلك ارتفعت تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء منذ الثورة الصناعية حتى الآن بنحو ٢٥٪ (من ٢٨٠ إلى ٣٥٣ جزء في المليون) ومن المتوقع أن تزداد في نهاية القرن الواحد والعشرين لتصل إلى ٤٦٠ ـ ٥٦٠ جزء في المليون.

سلامة الإنسان مرتبطة بسلامة الأنظمة البيئية:

تبين أن الإنسان جزء من سلاسل وشبكات الغذاء التي تميز الأنظمة البيئية. وبالتالي فإن وجوده مرتبط بالأنظمة البيئية وتوازنها، وأي خلل في هذه التوازنات ينعكس بشكل مباشر أو غير مباشر على الإنسان، خاصة وأن الإخلال بمكون أو أكثر من مكونات النظام البيئي، غالباً مايؤدي إلى سلسلة من التبدلات قد تقود إلى تهدم النظام البيئي برمته.

فإزالة الغابات تسبب الفيضانات، خاصة في الأراضي المنخفضة، وتزيد من حت وتعرية التربة وتراكم الطمي في الأنهار والبحيرات ونقص المياه الجوفية. فعندما كانت جبال الهيمالايا مغطاة بالأشجار كانت بنغلادش تعاني من فيضان ضخم بمعدل مرتين خلال القرن الواحد، ولكنها الآن، وبعد إزالة الأشجار في جبال الهيمالايا، أصبحت تعاني من فيضان كبير كل أربع سنوات في المتوسط، وأصبحت الأمطار الموسمية في كثير من السنوات معادلة للكوارث المدمرة. ففي عام ١٩٩٨ تعرضت إلى أكبر فيضانات تتعرض لها في القرن العشرين، إذ أغرقت ثلثي البلاد، وأدت إلى تشريد ٣٠ مليون شخص، بالإضافة إلى خسائر بمليارات الدولارات. ويبدو أن العلاج الجذري لهذه الفيضانات هو وقف قطع الغابات وإعادة استزراع ما دمر منها في المناطق الفاصلة بين الهند ونيبال، أي إعادة التوازن إلى النظام البيئي.

وبسبب الاستغلال غير الرشيد للأراضي فإن أكثر من ٢٥ ألف مليون طن من التربة تزال من الأراضي الزراعية كل عام. ومعلوم أن انجراف سنتيمتر واحد من الطبقة السطحية للتربة يؤدي إلى خفض إنتاج المحاصيل الزراعية بأكثر من ٢٪. وقد أدى انجراف الطبقات السطحية من التربة في غرب أفريقيا إلى انخفاض إنتاج المحاصيل الزراعية بمقدار يزيد على ٥٠٪. وفي أثيوبيا تحمل مياه الأمطار سنوياً ٢٠٠٠ طن من التربة من كل كيلومتر مربع، حيث تتراكم على صورة طمي في الأنهار والبحيرات.

لقد أدى تدمير الغطاء النباتي، في كثير من دول أفريقيا في جنوب الصحراء الكبرى، إلى تدهور الأراضي وتحولها إلى أراضٍ زراعية من الدرجة الدنيا، بحيث

تعجز عن تأمين غذاء الفلاحين الذين يسكنونها، مما أدى بدوره إلى هجرة الملايين إلى المدن، وإلى تفاقم مشكلات هذه المدن، وقد أسفر ذلك عن نشوء مستوطنات غير قانونية حول المدن، حيث المرافق الصحية البدائية والازدحام الشديد والأمراض المرتبطة ببيئة غير صحية، وهذا يعطي دليلاً على ترابط مكونات الأنظمة البيئية، وعلى أن إخلال توازن هذه الأنظمة الطبيعية قد ينعكس بصورة يصعب التنبؤ بها.

الفصل الثاني: التنوع الحيوى

يقصد بمصطلح التنوع الحيوي، في أوسع معانيه، المجموع الكلي للكائنات الحية كبيرها وصغيرها على اليابسة وفي البحار والمحيطات. ويقصد بالتنوع الوراثي للنوع الواحد من الكائنات اختلاف التركيب الوراثي ضمن النوع الواحد. ويعبّر عنه عادة، بوجود عدد كبير من الأصناف أو السلالات ضمن النوع الواحد. ويساهم التنوع الوراثي مساهمات جوهرية في التنمية. فإضافة إلى دور تنوع الكائنات الحية في توازن النظام البيئي (انظر الفصل الأول)، فإن التنوع الوراثي يقدم للزراعة والطب والصناعة مساهمات قيمة. وإذا ماتسنى للبلدان أن تؤمن بقاء الأنواع الحية، فإن بمقدور العالم أن يتطلع إلى توفير أغذية جديدة ومحسنة، وعقاقير وأدوية جديدة، ومواد أولية للصناعة. كما أن حماية التنوع الحيوي وتنوع السلالات والمورثات ضمان للمستقبل، واستثمار ضروري لحماية وتحسين الإنتاج الزراعي والغابات ومصائد الأسماك، ولإبقاء الخيارات مفتوحة على المستقبل، وكذلك، لمواجهة التغيرات غير الملائمة التي قد تطرأ على البيئة.

اختلاف التنوع الحيوي على سطح الأرض:

إن توزيع الأنواع المختلفة من الكائنات الحية في العالم ليس متماثلاً، إذ تتميز المناطق الاستوائية بغناها بالتنوع الحيوي، الذي يتناقص تدريجياً بالاتجاه نحو القطبين. ويصل التنوع الحيوي إلى ذروته في الغابات الاستوائية على سطح الأرض وفي الشعاب المرجانية في البحار. فمثلاً يبلغ متوسط عدد الأنواع النباتية الشجرية لكل هكتار من الغابات الاستوائية المطيرة حوالي ٤٠ نوعاً ويصل إلى ١٠٠ نوع وأكثر، مقابل ١٠ إلى ٣٠ نوعاً لكل هكتار في غابات شرقي أمريكا الشمالية. ويوجد في بورنيو، على مساحة ١٥ هكتار من الغابات الاستوائية المطيرة، عدد من الأنواع الشجرية يصل إلى ٧٠٠ نوع وهو العدد نفسه الموجود في كامل أمريكا الشمالية. كما يوجد في غابات اندونيسيا ٣٠٠٠ نوع شجري، وفي حوض الأمازون أكثر من ٢٥٠٠ نوع نباتي شجري، فضلاً عن الأعشاب والشجيرات والنباتات العالقة والمتسلقة والأنواع الحيوانية وغيرها. فحشرات المياه العذبة، مثلاً، تكون في المناطق

الاستوائية أكثر وفرة بما يتراوح بين ٣ و٦ مرات منها في المناطق المعتدلة، كما أن المناطق الاستوائية أكثر ثراءً في الأنواع الثديية، في وحدة المساحة، منها في المناطق المعتدلة أو الباردة. وتوجد بعض المناطق التي تتميز بظروف بيئية معينة، مثل منطقة حوض البحر المتوسط والمناطق ذات المناخ المشابه، التي تتميز بتنوعها الحيوي، وبعدد كبير من الأنواع المتوطنة، التي لاتوجد في غيرها من المناطق، وبوجود أكثر من ٢٥٠٠٠ نوع نباتي، أكثر من نصفها متوطن في المنطقة ولايوجد في غيرها من المناطق، كما أن نسبة عالية من هذه الأنواع هي من الأنواع المتبقية، وهي الأنواع التي كانت أوسع انتشاراً في الحقب الجيولوجية السابقة، ولكن رقعة انتشارها انحسرت تدريجياً لأسباب مختلفة. ففي تركيا مثلاً، وهي تعتبر من مراكز التنوع الحيوي الهامة في العالم، يوجد أكثر من ٣٠٠٠ نوع متوطن، وكثير من هذه الأنواع المتوطنة هي محاصيل رئيسة توفر الغذاء للعالم كالقمح والشعير والعدس والحمص ونباتات المراعي. وتتميز أراضي المستنقعات بأنها من بين النظم البيئية الغنية بتنوعها الحيوي، وغالباً ماكانت تعتبر هذه الأراضي أراضٍ خربة أو مأوى للحشرات الضارة والحشرات الناقلة للأمراض، علماً بأنها من أكثر الأنظمة البيئية إنتاجاً، ويتم تدميرها حالياً بوتائر متزايدة وفي كل مناطق العالم. فقد فقدت أوروبا كامل أراضي المستنقعات تقريباً، وفقد عدد كبير من البلدان الاستوائية ماينوف على ٨٠٪ من أراضي المستنقعات، كما فقدت الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من ٥٠٪ منها، وانقرضت مع هذا الفقد في أراضي المستنقعات، أنواع كثيرة من الكائنات الحية.

وتعتبر الشعاب المرجانية المنتشرة حول العالم مواطن فريدة وغنية بالحياة البحرية، إذ تغطي أقل من ٠,٢٪ من مساحة قيعان المحيطات في العالم، ولكنها أغنى الموائل البحرية المكتشفة من حيث التنوع الحيوي. فهي تأوي نحو ربع أنواع الأحياء البحرية المعروفة، وتنتج نحو تسعة ملايين طن من الأسماك من أصل الثمانين مليون طن التي تصاد في العالم سنوياً، ويأتي نحو ٢٥٪ من كمية الأسماك التي تصاد سنوياً، في البلدان النامية، من النظم البيئية للشعاب المرجانية.

خسارة الأنواع:

من أكثر أسرار الخلق مدعاة للعجب هو هذا التنوع البالغ في الكائنات الحية التي تستوطن المحيط الحيوي، الذي يشكل طبقة رقيقة لاتتجاوز مئات الأمتار في التربة والماء والهواء. ولايعرف أحد عدد الأنواع الموجودة على الأرض، حتى إلى أقرب درجة من التقدير، وذلك لأن التقديرات تتراوح بين ٤ و ١١١ مليون نوع (الجدول ١). إلا أن العدد الأكثر احتمالاً يتراوح بين ١٤ و ٣٠ مليون نوع. ولا يوجد وصف موجز إلا لقرابة ١,٧ مليون من هذه الأنواع. ويشمل هذا العدد مابين ٧٥٠ ، ٩٥٠ ألف حشرة و ٤١ ألفا من الفقاريات، ونحو ٢٧٠ ألفا من النباتات العليا، ويتكون الباقي من اللافقاريات والفطريات والطحالب وغيرها من الكائنات الدقيقة.

يعتبر الانقراض حقيقة من حقائق الحياة منذ نشوئها، وما الملايين القليلة الحالية من الأنواع إلا ماتبقى في عصرنا مما كان موجوداً من أنواع يزيد عددها عن ٥٠٠ مليون نوع. وقد حدثت كافة الانقراضات السابقة، تقريباً، بفعل عمليات طبيعية، ولكن مع الزيادة المتوقعة في عدد سكان العالم والنشاط الاقتصادي، فإن احتمال زيادة معدّل خسارة التنوع الحيوي أرجح كثيراً من استقراره.

ولا يمكن تحديد عدد الأنواع التي تختفي من الوجود، لأنه لايعرف بداية، حتى على وجه التقريب، عدد الأنواع الموجودة أصلاً. ولمعرفة أن نوعاً ما قد انقرض بالفعل، ينبغي معرفته معرفة جيدة، بما في ذلك توزعه الدقيق ومواطنه الطبيعية المفضلة. إلا أنه لايعرف القسم الأكبر من الأنواع معرفة جيدة، ومن هنا يسلم علماء الأحياء بأنه يتعذر تحديد العدد الدقيق للأنواع التي تتعرض للانقراض، ولكنهم لايلبثون أن يضيفوا، أن العدد كبير جداً. وتشير التقديرات الحالية إلى أن المعدل العام للانقراض ـ خلال المئتي مليون عام الأخيرة ـ كان نوعاً واحداً كل عام تقريباً، أما معدلات الانقراض الحالية، والتي تسببها النشاطات البشرية، فتفوق ذلك بكثير وتتراوح بين ٤٠ و ١٤٠ نوعاً في اليوم. وإذا استمر معدل الانقراض بالوتيرة نفسها فإن التنوع الحيوي على الأرض قد يكون معرضاً لخطر انقراض جدي خلال الأعوام الخمسين القادمة. وتشير البيانات أنه هلك، خلال الألفي عام الماضية، خُمس أنواع الطيور على

مستوى العالم، وبالذات بعد الاستيطان البشري للجزر، وهكذا لم يعد موجوداً في الوقت الحاضر سوى ٧١٠٠ نوع من الطيور، من أصل ٩٠٤٠ نوعاً. كما انقرضت نسبة تقدر به ٢٠٪ من الأنواع السمكية في المياه العذبة أو هي في سبيلها إلى الانقراض. وتشير البيانات أيضاً، إلى أنه، منذ عام ١٦٠٠م، انقرض ٧٢٤ نوعاً. ويوجد في الوقت الحالي، حوالي ٣٩٥٦ نوعاً مهدداً بالانقراض و ٣٦٤٧ نوعاً معرضاً للانقراض و٧٢٤٠ نوعاً نادراً . كما تبين أن حوالي ٢٢٨ نوعاً نباتياً، من بين إجمالي قدره ٢٠ ألف نوع، قد انقرض في الولايات المتحدة الأمريكية، وهناك ٦٨٠ نوعاً معرضاً لخطر الانقراض، وتم تصنيف ٣٤٪ من ١٠٢٩٠ نوعاً من

الجدول (١) تقدير عدد أنواع الكائنات الحيةعلى سطح الأرض (بالألف)

الزمرة	عددالأنواع الموصوفة	العدد المتوقع		العدد الأكثر قبولاً
		الأعلى	الأدنى	
الفيروسات	٤	١٠٠٠	٥٠	٤٠
البكتريا	٤	٣٠٠٠	٥٠	١٠٠٠
الفطريات	٧٢	٢٧٠٠	٢٠٠	١٥٠٠
الأوليات	٤٠	٢٠٠	٦٠	٢٠٠
الطحالب	٤٠	١٠٠٠	١٥٠	٤٠٠
النباتات العليا	٢٧٠	٥٠٠	٣٠٠	٣٢٠
الخيطيات	٢٥	١٠٠٠	١٠٠	٤٠٠
القشريات	٤٠	٢٠٠	٧٥	١٥٠
العنكبوتيات	٧٥	١٠٠٠	٣٠٠	٧٥٠
الحشرات	٩٥٠	١٠٠٠٠٠	٢٠٠٠	٨٠٠٠
الرخويات	٧٠	٢٠٠	١٠٠	٢٠٠
الحبليات	٤٥	٥٥	٥٠	٥٠
أخرى	١١٥	٨٠٠	٢٠٠	٢٥٠
المجموع	١٧٥٠	١١١٦٥٥	٣٦٣٥	١٣٢٦٠

الحشرات واللافقاريات الأخرى في ألمانيا مهددة بخطر الانقراض، وبلغ العدد، في النمسا نسبة ٢٢٪ من ٩٦٩٤ نوعاً من اللافقاريات، و١٧٪ من ١٣٧٤١ نوعاً من الحشرات. وتشكل الأنواع المهددة بالانقراض والأنواع المعرضة للانقراض، في العالم، نحو ١١٪ من الثدييات ومثلها من الطيور و ٣٪ من الزواحف و ٢٪ من البرمائيات و ٢٪ من الأسماك و ٣٪ من القشريات و ٠,٧ من الحشرات، و ٣٢ نوعاً من السبعين نوعاً من الأشجار عارية البذور و ٩٪ من النباتات مغلفة البذور والتي يعرف منها نحو ٢٧٠ ألف نوع.

ـ يهدد الانقراض حالياً عدداً من الأنواع الافريقية المعروفة وأهمها الفيل الذي لم يبق منه إلا القليل، وكذلك أسد الكاب وأسد بيير والغزال الأحمر والأنتيلوب والحمار الوحشي الجزائري وبعض أنواع القردة والحمار الوحشي الصومالي ووحيد القرن والبيغيموت والزرافة وغيرها الكثير، هذا إضافة إلى كثير من الثدييات والزواحف الاستوائية.

ـ وكانت الريم والعفري والمها والوعل تجوب الصحارى في الجزيرة العربية بأعداد كبيرة، قبل أن يكثر صيدها، وقد انخفضت أعدادها وكادت أن تنقرض، مما استوجب حمايتها ومنع صيدها. أما النعام الذي كان مألوفاً فيعتقد أنه انقرض كلياً، في الجزيرة العربية، في الأربعينيات من هذا القرن.

ـ وبالرغم من المعلومات القليلة عن الطيور المنقرضة أو المهددة بالإنقراض في بلادنا، إلا أن الشيء المؤكد هو أن كثيراً منها قد انخفضت أعداده بشكل كبير، ولم نعد نرى الحباري والحجل وأسراب القطا والطيور الأخرى التي كانت موجودة وبأعداد كبيرة منذ زمن ليس ببعيد.

خسارة المورثات:

يشير التنوع الوراثي للنوع، كما ذكر سابقاً، إلى اختلاف التركيب الوراثي ضمن النوع يعبّر عنه عادة، بوجود عدد كبير من الأصناف أو السلالات ضمن النوع الواحد. وتتناقص حالياً إمكانية التنوع الوراثي في أنواع كثيرة، وبالتالي تنخفض قدرتها على التكيف مع التغير المناخي والأمراض والتلوث وغيرها من أشكال الأضرار البيئية.

وليست المجموعات الوراثية المتبقية من المحاصيل سوى جزء من التنوع الوراثي الذي كانت تشتمل عليه في فترات سابقة. ويؤكد الخبراء أن خسارة التنوع الوراثي تبدو كتهديد لرفاهية الإنسان أكثر من كونها خسارة للأنواع البرية، وذلك لأن التنوع هو مايمكّن المحاصيل والحيوانات من التكيف مع التغير البيئي في المستقبل. فالسلالات المستأنسة معرضة للإصابة بالأمراض والآفات والمؤثرات المناخية غير المناسبة، وبفضل تهجينها مع السلالات البرية الأصلية تكتسب السلالات المستأنسة قدرة أكبر على المقاومة، وهكذا اكتسب الأرز من سلالة من الأرز مرتفعة الإنتاجية، القدرة على مقاومة بعض الأمراض من خلال تهجينه مع الأرز البري . كما تم إنقاذ زراعة المنيهوت(المنيهوت جنس نباتات استوائية من الفصيلة الفربيونية يستخرج من بعض أنواعه التابيوكا، ومن أنواع أخرى مادة مطاطية. والتابيوكا عبارة عن دقيق نشوي يطبخ ويخبز) في أفريقيا، وذلك بتهجين أشجار المنيهوت المزروعة، التي كاد يقضي عليها أحد أنواع الفطر، مع سلالة برية من الأشجار نفسها، مقاومة للفطر . هذا وقد أعطت الهندسة الوراثية لمؤسسات التقانة الحيوية القدرة التي تمكنها من تطوير وتحسين المحاصيل الزراعية والحيوانات المستأنسة عن طريق نقل المورثات من سلالات برية. ومن النتائج الممكنة لهذا إمكانية إنتاج محاصيل تمتلك خواص مقاومة للملوحة أو الجفاف أو الصقيع وغيرها. وتتمتع الحيوانات البرية، شأنها شأن النباتات، بمقاومة ضد الآفات تفوق مقاومة مثيلاتها من الأنواع والسلالات المستأنسة، والبعض من هذه الأنواع مثل الظباء والمها (البقر الوحشي) والوعول، تزدهر في المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية، حيث لايمكن تربية أنواع حيوانية أخرى مستأنسة من أجل تحقيق عائد اقتصادي.

تأثيرات فقد التنوع الحيوي:

يتساءل المرء، ما هي تأثيرات انقراض بعض الأنواع، بل حتى نصف الأنواع كافة الموجودة على سطح الأرض؟

ربما ستكون التأثيرات الناجمة عن خسارة التنوع الحيوي أكبر بكثير من تصوراتنا، إذ ستُفْقَد مصادر جديدة للمعلومات العلمية، وستدمر ثروة بيولوجية

مستقبلية هائلة، ولن تخرج إلى النور الأشكال التي لم تطور بعد من الأدوية والمحاصيل والمستحضرات الصيدلانية والأخشاب والألياف ولباب الورق والحياة النباتية المجددة للتربة والعديد من المنتجات الأخرى، علماً بأن المهارات العلمية وتقانات الهندسة الوراثية، التي تتطور بخطى سريعة، تبشر باستعمال المورثات استعمالاً أشد فاعلية لتحسين الموارد الاقتصادية للجنس البشري، ويمكن إجمال تأثيرات خسارة التنوع الحيوي في التالي:

١ ـ فقد التنوع الحيوي خسارة اقتصادية:

ـ إن نقل مورثة واحدة فقط من نبات الشعير الأثيوبي تحمي ماقيمته ١٦٠ مليون دولار من محصول الشعير في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية من فيروس القزم الأصفر. كما يعزى ٤,٥٪ من الناتج القومي الإجمالي في الولايات المتحدة الأمريكية إلى الذخيرة الوراثية المستمدة من السلالات البرية.

ـ أدى تهجين نباتي القمح والأرز، في آسيا، مع سلالات برية إلى زيادة سنوية في الإنتاج بلغت ٢ بليون دولار للقمح و ١,٥ بليون دولار للأرز، كما وفرت الذخيرة الوراثية المستمدة من نبات قمح بري ينمو في تركيا مقاوم للأمراض، على الولايات المتحدة ما قيمته ٥٠ مليون دولار سنوياً، نتيجة لنقل المورثات التي تحمل صفة مقاومة المرض إلى بعض أصناف القمح المزروع غير المقاومة للأمراض.

ـ تعرّض محصول الذرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٠ إلى نكسة خطيرة نتيجة لإصابة أوراق النباتات بفطر في مناطق زراعة الذرة كافة. وقد ألحق هذا الفطر خسائر بمحصول الذرة بلغت ٢ بليون دولار. وقد أمكن التغلب على هذا المرض عن طريق استنباط سلالات جديدة مقاومة مستمدة من أنواع الذرة البرية المكسيكية.

ـ لم يمنح العلم اهتماماً كافياً للنباتات البرية الملحية. وقد نمت وتطورت هذه النباتات في مناطق لا تتوفر فيها سوى المياه المالحة التي لا تصلح لنمو النباتات التقليدية. وقد أثبتت البحوث الحديثة أن بعض النباتات الملحية تمتلك ميزات اقتصادية كبيرة كالإنتاجية العالية واحتوائها على نسبة عالية من البروتين والزيوت النباتية

عالية الجودة، كما أن كثيراً منها يتمتع بصفات جذابة كنباتات زينة.

ـ تستفيد الصناعة أيضاً من الحياة البرية، فالمواد المستخلصة من الأنواع البرية تساهم في قسط من احتياجات المطاط والزيوت والراتنج والمواد المستعملة في التجميل والدباغة، إضافة إلى الشمع والدهن النباتي والمبيدات وغيرها. فمثلاً تعطي بذور نبات الففليا، التي تعيش في الغابات الاستوائية الرطبة في غرب حوض الأمازون، نسبة عالية من الزيت، بحيث أن هكتاراً من هذه النباتات يمكن أن يعطي كمية من الزيت تفوق ما يعطيه هكتار من مزارع نخيل الزيت التجارية.

ـ إن نصف إجمالي الوصفات الطبية يعود إلى كائنات حية برية، وتبلغ القيمة التجارية لهذه الأدوية والعقاقير المستمدة من الكائنات الحية، في الولايات المتحدة الأمريكية، زهاء ١٤ مليار دولار سنوياً. وتزيد القيمة المقدرة لذلك على الصعيد العالمي على ٤٠ مليار دولار سنوياً. وقد اكتشف العلماء أن الزيت السام لبعض السحالي التي تعيش في سيريلانكا وبعض المناطق الاستوائية، الذي يتم الحصول عليه من معدة السحالي بعد شيّها، يمكن أن يكون دواء ناجعاً في علاج أمراض الكبد والكلية والتهابات الجلد واللثة وإيقاف النمو السرطاني في الحنجرة، وأن سم الأفعى البرازيلية الحفارة يستعمل لعلاج ضغط الدم المرتفع. كما أن المضادات الحيوية التي أنقذت وتنقذ ملايين البشر هي منتجات كائنات دقيقة، ولم تكن هذه الأدوية معروفة منذ زمن ليس ببعيد، وأن حشرة صغيرة من أمريكا اللاتينية (الأورغواي) أنقذت أراضي المراعي في استراليا من فرط نمو نبات الصبار الذي كاد يحوّل خيرة المراعي إلى أدغال كثيفة وذلك بمعدل ٤ مليون هكتار سنوياً، وأن نبات الونكة الوردي اللون وفرّ العلاج لمرضى لوكيميا الدم عند الأطفال.

٢ ـ فقد التنوع الحيوي يعني اضطراب النظم البيئية:

ـ إضافة إلى دور بعض الزمر الحيوانية، وخاصة الحشرات، في نقل حبوب الطلع (اللقاح) من زهرة إلى أخرى وبالتالي تأمين تكاثرها، فإن بعضها الآخر يقوم ببعثرة النباتات وتوسيع رقعة انتشارها، لدرجة أن العديد من بذور وثمار النباتات متكيف للبعثرة بوساطة الحيوانات. كما تساعد الحيوانات على إنبات بذور بعض الأنواع النباتية ذات الطبقة الخارجية السميكة كالبطم وبعض أنواع السنط وغيرها،

وذلك عندما تمر عبر جهازها الهضمي، لدرجة أن بذور بعض الأنواع النباتية لاتنبت إلا إذا مرت عبر الجهاز الهضمي لبعض الحيوانات.

ـ تقوم الحيوانات، وخاصة الثديية والقوارض، بخلخلة الطبقة السطحية للتربة وتزيد بذلك من قدرة التربة على امتصاص ماء المطر وتخفيف الجريان السطحي، كما تغني الحيوانات التربة بالمادة العضوية، وتساهم في حفظ بذور النباتات البرية، وذلك عندما تطأ بأطرافها هذه البذور فتنغرس قليلاً في التربة، مما يحميها من تقلبات درجة الحرارة وبذلك تبقى محتفظة بقدرتها على الإنبات فترة أطول مقارنة بالبذور التي تبقى على سطح التربة، كما تساهم بذلك أيضاً في إخفاء البذور عن الحشرات والطيور وغيرها.

ـ تلعب الحيوانات المفترسة دوراً هاماً في توازن النظام البيئي، إذ تقوم بدور الرقيب على أعداد الحيوانات العاشبة. فلولا وجود الثعلب والذئب والطيور الكواسر التي تتغذى بالأرانب والفئران، لتكاثرت الأرانب والفئران وازدادت أعدادها، إلى الحد الذي تتلف به النباتات بمعدلات تزيد عن معدلات نموها وإنتاجها، مما يعني تدهور الغطاء النباتي وتآكل التربة وانجرافها وزيادة السيل السطحي للمياه، وبكلمة اخرى اختلال التوازن البيئي.

ـ تخلِّصْ الطيور النباتات من كثير من الحشرات الضارة والقوارض التي تشكل جزءاً من غذائها، فتقضي البومة الواحدة مثلاً على عدد كبير من الفئران وتوفر بذلك ما يقارب من نصف طن من البذور في العام، كما تحول الطيور التي تتغذى على جثث الحيوانات الميتة دون انتشار الأمراض.

ـ لا يقل دور الزواحف عن دور بقية الزمر الحيوانية الأخرى، إذ تشكل الحشرات ٦٢٪ من غذاء العضاة والسحالي وغيرها. وحتى الأفعى التي تعتبر من الزواحف الضارة لها دور إيجابي بالغ في توازن النظام البيئي، حيث تلعب دور الرقيب على الحيوانات التي تتغذى بها وخاصة الفئران إذ توقف الزيادة المفرطة في أعدادها وتحول دون إحداث خلل في توازن النظام البيئي، هذا بالإضافة إلى أن

جلودها من أفضل أنواع الجلود وسمومها من الأدوية التي تعالج عديداً من الأمراض.

ـ يعتقد الكثيرون، دون حق، أن معظم الحشرات ضارة، فهي إما سامة أو تشارك الإنسان في غذائه، ولكن الواقع غير ذلك، إذ لا تزيد الحشرات الضارة بالمحاصيل عن ١٪ من أنواع الحشرات، وهذا يعني أن معظم الحشرات مفيدة إما بصورة مباشرة حيث نستفيد من عسل النحل والحرير الطبيعي وغيره، أو بصورة غير مباشرة وذلك بتطفلها أو افتراسها للحشرات الضارة أو بقيامها بتلقيح النباتات.

ـ يعتبر كل نوع أو صنف من الحيوانات جزءاً من الذخيرة الوراثية، وانقراض أي من الكائنات الحيوانية يعني انقراض جزء من الذخيرة الوراثية التي يمكن استغلالها في انتخاب أصناف جديدة من الحيوانات، خاصة وأن الهندسة الوراثية قد أعطت لمؤسسات التقانة الحيوية القوة التي تمكنها من تطوير وتحسين الكائنات الحية عن طريق نقل المورثات من سلالات برية. كما أعطت دراسة الشكل الخارجي للحيوانات المهندسين أفكاراً جديدة لتصاميم اقتصادية، فمثلاً ساعدت دراسة شكل وجلد الدلفين على تصميم غواصات تتميز بالسرعة والاقتصاد.

٣ ـ فقد التنوع الحيوي خسارة جمالية وصحية:

ـ إن حماية الأنظمة البيئية الطبيعية ضرورية ليس فقط لوقف الاستنزاف المستمر والتدهور للموارد الطبيعية الحية وإنما لما في ذلك من تأثير في المناخ النفسي الذي يعيشه إنسان المجتمع المعاصر الذي يعاني من الانقطاع عن الطبيعة الأم والشعور بالاغتراب الروحي في عالم لم يراع فيه حق الكائنات الفطرية في الوجود.

ـ لقد لوحظ، منذ زمن بعيد، أن الهواء في الغابة أو الحدائق أو المنتزهات نقي ومنعش. وقد تبين أن سبب ذلك هو إفراز مواد كيميائية متطايرة (روائح طيارة)، كما تبين أن مثل هذه المواد الكيميائية المتطايرة تعتبر، إضافة إلى تثبيطها للميكروبات المرضية، فيتامينات الجو، ذلك أن تنفس هواء الغابات والمنتجعات والحدائق يزيد من نشاط القلب ويحسّن عمل النظام العصبي، ويرفع النشاط العام للجسم ومقدرته على مقاومة الأمراض، وأن تدمير المواطن الطبيعية قد أبعد البشر عن التأثير المنعش لمختلف أصناف المواد الكيميائية الطيارة.

ـ لقد ارتبطت حياة الإنسان ارتباطاً وثيقاً مع روائح المروج والغابات وحفيف أوراق الشجر ورشاقة الغزال وجماله، والسنجاب الذي يخاف بسرعة، وخطوات ابن عرس غير المسموعة، وأسراب الطيور وتغريدها والفراشات الملونة ودبيب النمل المنهمك في عمله، ومع ثعلب ماكر يتطلع من جحره بحذر. فالطبيعة هي النبع الذي لا ينضب للحياة الثقافية والروحية للإنسان فمنها يستمد الشعراء والفنانون والأدباء إلهامهم.

ـ يتوفر في الطبيعة الحية غير الفقيرة كثير من التنوع في الألوان، ربما يلبي احتياجات دماغنا إلى التنوع اللوني. أما الانطباعات المختارة من خارج نطاق الطبيعة فتتحول بمرور الزمن إلى عامل تهيج، وأما تبدل وتنوع الألوان في الطبيعة فيهدىء الدماغ ويريح الأعصاب ويساعد على زوال التعب.

ـ لقد ثبت أن حفيف أوراق الشجر وتغريد الطيور وخرير مياه الجداول وهدير البحار أو الشلالات تؤثر ـ إلى جانب إغنائها للحياة الجمالية للإنسان ـ بشكل علاجي على الجهاز العصبي ووظائف غدد الإفراز الداخلي (الغدد الصم). إذ يزداد نشاط العضلات ـ على سبيل المثال ـ تحت تأثير موجات الصوت للشلالات نفسها.

ـ ولا يخفى على أحد الخلجات الشعورية المتميزة، التي يحس بها الإنسان بقدر كبير في فصل الربيع، والتي تعود إلى تنوع الحياة الذي يبلغ مداه الأقصى في هذا الفصل.

ـ إن القيمة الجمالية والترفيهية لمكونات الأنظمة البيئية الطبيعية ضرورية للإنسان، واللحظات التي يقضيها الإنسان في الطبيعة تزيل عنه الضغط النفسي والعصبي الناتج من صخب حياة المدن، وباختصار فالإنسان بحاجة إلى الطبيعة الأم، أي الأرض بكل ما فيها من غنى وتنوع. إنه لا يستطيع العيش بدونها فحسب،بل وبعد أن يهدمها بشدة أو يغيرها دون تأمل وتفكير. إن ما يتبقى بعد تخريب النظم البيئية الطبيعية ـ يصبح كريهاً وقصير الأمد.

أسباب خسارة التنوع الحيوي:

لقد تم تحديد أربعة أسباب رئيسة لخسارة التنوع الحيوي هي:

أ ـ خسارة الموئل:

ربما كان تخريب البيئة كقطع الغابات وتخريب أنماط الغطاء النباتي الأخرى وتجفيف المستنقعات وتحويل مجاري الأنهار وجرف التربة وغيرها، بالإضافة إلى تلوث الهواء والماء والتربة، من أهم الأسباب الكامنة وراء الوتيرة المتزايدة من الانقراض، الذي حدث في النصف الثاني من القرن العشرين. إن لكل كائن حي بيئة ملائمة يجد فيها الكائن الوسط المناسب لنموه وتكاثره إضافة إلى غذائه. ويعني تخريب البيئة الملائمة حرمان الكائنات الحية من وسطها الطبيعي الذي تعيش فيه، وبالتالي تهديدها بالانقراض. فليست العلاقة بين الغابة والكائنات الحية التي تستوطنها علاقة غذائية فقط، وإنما تمثل الغابة المأوى والظل والرطوبة والحماية إضافة إلى تأمين الغذاء. ويمثل قطع أشجار الغابات وتخريب أنماط الغطاء النباتي المختلفة، الخطر الأكبر الذي يهدد التنوع الحيوي، ذلك أن تدمير الموائل الطبيعية يعرّض كافة مكونات النظام البيئي للتدمير، فلا تختفي الطيور أو الثدييات، بل كذلك اللافقاريات والطحالب والفطريات، وهي المكونات غير المرئية، في الغالب، التي تشكل أساس النظام البيئي. وتشير أكثر الدراسات تحفظاً، إلا أنه إذا ما استمر الدمار في الغابات بمعدلاته الحالية (١٦ مليون هـ/ سنة)، فإن عدد الأنواع التي ستنقرض نتيجة لذلك، في الغابات الاستوائية المطرية، يقدر بما يتراوح بين ١٧ ألف و٣٥ ألف نوع كل عام، وهذا يعني فناء ٧٤ نوعاً كل يوم أو ٣ أنواع كل ساعة.

ب ـ الصيد:

لقد مرت فترات في تاريخ البشرية كان الصيد فيها هو الوسيلة الأساسية التي يعتمد عليها الإنسان في غذائه وخاصة من المادة البروتينية. وكان الإنسان يصطاد الحيوانات المختلفة ليتغذى بها أساساً ، وفي حالات نادرة ليتخلص من أخطارها. وتبين المعطيات أن أعداد الحيوانات قد انخفضت في أفريقيا بمعدل ٩٠٪ خلال القرون الأربعة الماضية، وذلك بفعل الصيد وتخريب الغطاء النباتي، وانخفضت أعداد البيزون في أمريكا الشمالية من ٧٠ مليون إلى ٨٣٥ فرداً عام ١٨٩٠ حيث كان يُصطاد منه سنوياً ما بين ٢,٥ و ٣ مليون. وتعرّض نوع من الحمام في أمريكا الشمالية، للمصير نفسه، إذ كان يوجد بالملايين في القرن التاسع عشر، وخلال فترة قصيرة أبيد هذا

الطير كلياً ، إذ مات آخر فرد منه في حديقة الحيوان في مقاطعة أوهايو في أيلول عام ١٩١٨. وينوف عدد الصيادين في فرنسا وحدها عن مليون صياد، كما يزداد عدد الصيادين في معظم دول العالم، وتتنوع وسائل الصيد أيضاً.

ولا يمكن اعتبار كل أشكال الصيد ضارة. فصيد الطيور والحيوانات المختلفة، بغية الاستفادة من لحمها وجلدها وفرائها، لا يعتبر ضاراً إذا كان مدروساً من الناحية البيئية، بحيث يحدد عدد الأنواع المسموح بصيدها وعدد الأفراد ضمن كل نوع، إضافة إلى مكان وزمان صيدها، بحيث لا يؤثر الصيد على تكاثر وحفظ النوع، أما إذا كان الصيد عشوائياً ودون رقابة أو تنظيم، فغالباً ما يؤدي إلى انقراض الحيوانات أو إلى انخفاض أعدادها. ويصبح الصيد بالغ الضرر عندما يتحول إلى هواية بحد ذاتها غايته التمتع بتعقب الحيوانات وقتلها، وخاصة بعد أن تعددت وسائل الصيد التي تمكّن الإنسان بسهولة من اللحاق والسيطرة على الحيوانات المختلفة وقتلها.

ج ـ التلوث:

يؤثر تلوث الهواء والماء على النظم البيئية، ويقلل من أعداد المجتمعات الحساسة. فقد ارتبط، مثلاً، تلوث الهواء، والأمطار الحمضية بموت الغابات في مناطق شاسعة من أوروبا وأمريكا الشمالية، وأسفرت الأمطار الحمضية عن خسارة عدد من الأسماك في بحيرات أوروبا الشمالية (انظر الأمطار الحمضية). ويهدد الاستعمال المتزايد والعشوائي للمبيدات النباتية والحشرية وذلك بسبب تأثيراتها السمية العامة من جهة وخواصها التراكمية وبطء تفككها من جهة ثانية (انظر المبيدات الكيميائية).

د ـ الأنواع الدخيلة:

تهدد الأنواع الدخيلة الحياة النباتية والحيوانية الطبيعية عن طريق الافتراس أو المنافسة أو عن طريق تغيير الموئل مما ينعكس في خسارة التنوع الحيوي. (انظر الإخلال في توازن النظام البيئي).

أهم إجراءات حماية التنوع الحيوي:

تشير معطيات تدهور الأنظمة البيئية الطبيعية في كثير من مناطق العالم، إلى أن كثيراً من أنواع الكائنات الحية لايمكن إنقاذها. وحتى نحول دون زوال واختفاء هذا الإرث العلمي من المعلومات الوراثية، يتعين الحفاظ على أكبر عدد من أنواع الحيوانات

في حدائق الحيوان وإنشاء حدائق للنبات، وغير ذلك مما يمكن تسميته ببنوك الوراثة. وهنا يمكن للعلماء أن يعكفوا على دراسة هذه الأنواع من الكائنات الحية التي تتهددها أخطار الانقراض، ويمكن، فيما بعد، إعادتها ثانية إلى حيث كانت تعيش في أوساطها الطبيعية أو نقل بعض مورثاتها إلى أنواع أخرى من الكائنات الحية.

بيد أن أفضل مكان للحفاظ على التنوع الحيوي للأرض أن يكون داخل الأنساق البيئية الحيوية التي تعيش فيها، ويجب على الإنسان أن يتخلى عن الاعتقاد بأن الطبيعة ليست سوى خامة يمكن التصرف فيها وإدارتها وترويضها كما يشاء. ومن ثم على الإنسان قبول الحقيقة القائلة أن البشر شأنهم شأن مخلوقات الله ـ جلت قدرته ـ الأخرى، جزء من النسيج المتشابك للأنظمة البيئية، وهذا يستلزم عدم المساس أو الإضرار بهذا النسيج إلاّ في أضيق الحدود. ولعل أهم إجراءات حماية التنوع الحيوي هي:

إنشاء المحميات والمحميات مساحات كبيرة أو صغيرة تضم أنظمة بيئية طبيعية تصان للحفاظ عليها من التهدم، ويوقف في حدودها أي نشاط للإنسان يمكن أن يقود إلى تدهورها. ويتم في هذه المحميات دراسة النظم البيئية وتركيبها وطرائق عملها وتطورها، ويمكن مقارنتها بالنظم البيئية الأخرى المشابهة التي لا تخضع للحماية. ويجب أن تحتل مساحات كبيرة ومتنوعة، بحيث تمثل كافة المناطق الطبيعية في كل بلد. وتختار المحميات حسب طبيعة الأرض والمناخ والنباتات والحيوانات، بحيث تتأمن حماية كافة مكونات النظام البيئي، وخاصة الحيوانات والنباتات المهددة بالانقراض. ويُراعى أن تكون المحميات بعيدة عن سكن الإنسان وطرق المواصلات البرية والمائية وعن المصانع والمزارع. والمحميات متنوعة من حيث النظم والهدف المراد منها، فقد تكون المنطقة محمية بكاملها، أو تكون الحماية مقتصرة على بعض مكونات النظم البيئية كحماية نوع من الحيوانات مهدد بالانقراض، أو حماية نباتات معينة لقيمتها الجمالية أو التاريخية أو حماية بعض التشكيلات الطبغرافية وغيرها، ويمكن في مثل هذه المحميات أن تكون الحماية دائمة أو مؤقتة.

ونظراً لأن المناطق المحمية توفر آلية لحفظ التنوع الحيوي، فقد أنشأت غالبية البلدان مناطق محمية. وارتفع عدد المناطق المحمية في العالم من ١٤٧٨ عام ١٩٨٠ إلى ٦٩٣٠ موقعاً في عام ١٩٩٠، وزادت المساحة الكلية لهذه المواقع من ١٦٤ مليون هكتار عام ١٩٧٠ إلى ٦٥٢ مليون هكتار عام ١٩٩٠، وغطت المناطق المحمية عام ١٩٩٠ نحو ٤,٩٪ من مساحة اليابسة، أما في عام ١٩٩٤ فوصل عدد المحميات بكافة أشكالها إلى ٩٧٩٣ وغطت مساحة ٧,١٪ من مساحة اليابسة.

ويوجد إضافة إلى المحميات **الحدائق الوطنية** وهي مناطق طبيعية تحتل مساحات كبيرة قد تحتوي على عدة نظم بيئية، وتكون فيها النباتات والحيوانات محمية من كافة التعديات، وتعيش الحيوانات في الحدائق الوطنية بحرية تامة وكأنها في وسطها الطبيعي، ولا يسمح في الحدائق الوطنية بالاستثمار التجاري، إنما يسمح للمواطنين بزيارتها للراحة والاستجمام.

ـ اتخاذ كافة التدابير الرامية إلى **كبح تلوث المحيط الحيوي** وخاصة إلقاء المخلفات الصناعية التي تحوي مواد سامة بشكل خاص، كذلك المخلفات البشرية في الماء، ذلك أنها تقلل من الأكسجين الذائب في الماء وتؤدي إلى التشبع الغذائي مما يسبب هجرة الحيوانات أو حتى موتها.

ـ **المحافظة على بيئة الأحياء البرية وأعشاش الطيور وجحور الحيوانات،** بل وصنع الأعشاش الخشبية للطيور وتعليقها على الأشجار وتأمين الغذاء لها في الأوقات التي لا تتمكن فيها من تأمين غذائها.

ـ **منع صيد الطيور المغردة والحيوانات المائية والبرية المهددة بالانقراض والنادرة وتحريم الصيد في فترة تكاثر الحيوانات**، وتحديد الفترات التي يسمح فيها بالصيد، إضافة إلى تحديد عدد الحيوانات المسموح بصيدها وطرائق الصيد، وتحريم استعمال المواد المتفجرة في صيد الأسماك أو تجفيف البرك وتحديد نوعية الشباك وأبعاد ثقوبها بحيث لا تحجز الأسماك الصغيرة.

ـ **الحفاظ على أراضي المستنقعات** ذات الأهمية باعتبارها موئلاً للطيور المائية.

ـ **حماية المراعي الطبيعية والغابات** كموائل للتنوع الحيوي.

ـ **الحفاظ على الحشرات المفترسة والحيوانات المفترسة** بحيث تبقى قادرة على مراقبة وتحديد أعداد الحيوانات العاشبة وبالتالي الحفاظ على توازن النظام البيئي.

إن الإدارة السليمة للتنوع الحيوي هي أكثر من رغبة جمالية بل هي حاجة ضرورية للحياة، كما أنها إلتزام ديني وأخلاقي تجاه بيئتنا والكائنات الحية الأخرى التي تشاركنا البيئة نفسها، وهي أيضاً إلتزام أخلاقي تجاه أنفسنا وتجاه الأجيال القادمة. وتتطلب الإدارة الفعالة للتنوع الحيوي سلوكاً فردياًوجماعياً مناسباً من قبل كل السكان بلا استثناء. والوسيلة لتحقيق مثل هذا السلوك هي التربية البيئية، التي تجعلنا قادرين على تثمين البيئة والتنوع الحيوي واحتياجات الأجيال القادمة، والتي تكوّن لدينا توجهات إيجابية وسلوك سوي نحو بيئتنا الطبيعية بما فيها من تنوع حيوي. وقد ورد في القرآن الكريم ما يعزز المفاهيم المتعلقة بالتوازن البيئي وواجب الحفاظ عليه، إذ قال تعالى: ﴿والأرض مددناها وألقينا فيها رواسي وأنبتنا فيها من كل شيء موزون ❊ وجعلنا لكم فيها معايش ومن لستم له برازقين ❊ وإن من شيء إلا عندنا خزائنه وما ننزله إلا بقدر معلوم﴾ (الآيات ١٩ ـ ٢١ سورة الحجر).

المحميات في المملكة العربية السعودية:

تأتي المملكة العربية السعودية في طليعة الدول العربية التي اهتمت بحماية الحياة الفطرية وإنشاء المحميات، حيث تم إنشاء الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها في عام ١٤٠٦هـ (١٩٨٦م). وتسعى الهيئة إلى أن تصبح نسبة المساحة المحمية بحدود ٨٪ تقريباً من مساحة المملكة العربية السعودية، وتشير المسوحات والدراسات إلى أن منظومة المناطق المحمية في المملكة العربية السعودية، تتألف من ١٠٣ مواقع، منها ٤٧ موقعاً بحرياً، (٩ مواقع على الخليج العربي و٣٨ موقعاً على البحر الأحمر و٥٦ موقعاً برياً). وقد تم إعلان ١٠ مناطق محمية برية حتى الآن وهي: محميات حرة الحرة والخنفة والطبيق في الشمال، ومحميتا عروق بني معارض ومجامع الهضب في جنوب المنطقة الوسطى، ومحمية جرف ريدة في الجنوب الغربي، ومحميتا جزر فرسان وجزيرة أم القماري في البحر الأحمر، ومحمية الوعول في

حوطة بني تميم جنوبي الرياض، ومحمية محازة الصيد بالقرب من الطائف، هذا إضافة إلى محمية جزيرة أبو علي بالخليج العربي، ومحمية الحائر في الرياض، وأربع ملاذات فطرية (التيسية والجندلية وسجا وأم الرمش).

وقد أثمرت جهود الحماية التي قامت بها الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها عن ازدهار ملحوظ في الغطاء النباتي وفي المجموعة الحيوانية الفطرية على السواء. فقد سجلت زيادة مضطردة في التنوع الحيواني وفي كثافة الحياة الفطرية في كثير من المناطق المحمية، واتسعت دائرة الانتشار الجغرافي لكثير من الأنواع، وبدأت تظهر بعض الكائنات الفطرية بعد أن كانت قد اختفت من قبل. فمثلاً تم تسجيل ظهور أكثر من ٢٤٠ نوعاً نباتياً، في منطقة حرة الحرة، كان معظمها قد اختفى تقريباً، وازدادت أعداد طائر الحباري العربية، في وادي تهامة، زيادة كبيرة، كما زادت أعداد الدجاج الحبشي إلى أكثر من ٢٠٠٠ طائر، وزاد عدده في منطقة وادي جوا، التي كان ينحصر فيها أولاً، من ٨٦ طائراً عام ١٩٨٧ إلى نحو ١٠٠٠ طائر عام ١٩٩٠م. وتم تسجيل ١٢٠ نوعاً من الطيور في جزر فرسان، وثلاثة أنواع من أسماك المياه العذبة المحلية في وادي تربة، وبدأ ظهور وتكاثر طائر الحباري، طريد الصيد التراثية في المملكة، مرة أخرى في المحميات الشمالية، وزادت أعداد غزال فرسان ليصل إلى عدة مئات. وكذلك ازداد عدد الوعول بدرجة كبيرة في محمية الوعول في حوطة بني تميم. هذا وقد منع الصيد كلياً في كامل منطقة الربع الخالي، التي تبلغ مساحتها نحو نصف مليون كيلومتر مربع، لمدة خمس سنوات، لمنح الأنواع الفطرية المتبقية فرصة لإعادة إزدهارها.

ـ قامت الهيئة بإكثار الأعداد القليلة المتبقية من الأحياء النباتية والحيوانية في مواطنها الطبيعية. مثل أشجار اللبخ النادرة في منطقة بني مالك، والغزال في محميات جزر فرسان والوعول في محمية الوعول في حوطة بني تميم، والذئاب والثعالب والضباع التي كادت تنقرض، في المحميات الشمالية، والدجاج الحبشي في المنطقة الغربية والحباري العربية في وادي تهامة.

ـ وتهتم مراكز أبحاث الحياة الفطرية في الطائف وفي الثمامة، بإكثار مجموعة كبيرة من الأنواع التي لم يبق منها إلا عدد ضئيل جداً أو انقرضت كلية في المملكة. كما

أمكن الحصول على أفراد منها من المجموعات العالمية المحتفظ بها في حدائق الحيوان، وأهمها المها العربي الذي أعيد توطينه بنجاح تام في محمية محازة الصيد ويعيش حياته الطبيعية ويتكاثر بنجاح، مما أدى إلى زيادة ملحوظة في أعداده. كما تم إكثار الغزال بمجموعاته الثلاث: الريم والأدمي والعفري السعودي، وقد وصل عدد الغزال في مركز أبحاث الحياة الفطرية إلى أكثر من ١٠٠٠ غزال، أعيد توطين مجموعة منها في محمية محازة الصيد، وثلاث مجموعات أخرى من الأدمي في محمية الوعول في حوطة بني تميم. كما تم إكثار طائر الحباري وطائر الجليل والنعام ذي الرقبة الحمراء، الذي انقرض في المملكة منذ نحو نصف قرن وتم إعادة توطينه في محمية محازة الصيد، هذا إلى جانب إكثار أنواع أخرى من الطيور والحيوانات الفطرية.